

## Thema: Atombau

Lernziele resp. Fragengebiete:

- Ab [Atom-01](#) : Notation, Anzahl p, n und e
- Ab [Atom-10](#) : Isotope
- Ab [Atom-20](#) : Coulombgesetz
- Ab [Atom-30](#) : Bohrsches Atommodell, Elektronenkonfiguration
- Ab [Atom-40](#) : Moleküle zeichnen
- Ab [Atom-50](#) : Formalladung, Elektronegativität, Mesomerie
- Ab [Atom-60](#) : Allotropie

### Aufgabe: Atom-01

Was sind Protonen?

#### Lösung:

Protonen sind neben den Neutronen und Elektronen eines der Bestandteile des Atoms. Die Anzahl der Protonen definieren den Namen des Elements. Ein Atom mit (z.B.) 79 Protonen (und völlig unwichtig wie viele Neutronen und Elektronen es hat) wird immer Gold ('Au') genannt.

### Aufgabe: Atom-02

Wie finde ich heraus, wie viele Protonen ein Atom hat?

#### Lösung:

Die Ordnungszahl auf dem PSE gibt die Antwort auf die Frage. Bei Gold wären dies 79 Protonen. Hinweis: Ein Atom kann auch 'Zwillinge' haben, nennen sich aber 'Isotope': die Anzahl der Protonen ist identisch, die Anzahl der Neutronen unterscheidet sich aber.

### Aufgabe: Atom-03

Was ist die Nukleonenzahl (auch Atommassenzahl genannt)?

#### Lösung:

Diese Anzahl (muss übrigens eine ganze Zahl sein!) entspricht der Summe der Protonen sowie Neutronen eines Atoms. Oder kurz:

$$\text{Anzahl}(p) + \text{Anzahl}(n) = \text{Nukleonenzahl}$$

Diese Anzahl kann aus dem (kleinen) üblichen Periodensystem NICHT abgelesen werden. Die Nukleonenzahl steht definitionsgemäss oben links beim Elementsymbol.

**Beispiel:**  $^{13}\text{C}$  sei gegeben. Da die Rede von 'C' (also Kohlenstoff) ist, weiß man, dass 6 Protonen vorhanden sein müssen. (Jedes Kohlenstoffatom hat per Definition 6 Protonen). Aus der Differenz zwischen 13 und 6 errechnet sich die Anzahl der Neutronen: 7. Somit:

$$\text{Anzahl Protonen} = 6$$

$$\text{Anzahl Neutronen} = 7$$

$$\text{Nukleonenzahl} = 13$$

### Aufgabe: Atom-04

Steht die Angabe der relativen Atommasse (auf dem Periodensystem) für ein einzelnes Atom oder ein Mol?

#### Lösung:

Die Angabe steht für zwei 'Ansichten':

--- die Masse eines (einzelnen!) Atoms, z.B. beim Kohlenstoff wäre dies 12.0107 u ('units') (oder umgerechnet in Gramm:

$$12.0107 \cdot 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 1.99378 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

--- die Masse eines Mols (= $6.022 \cdot 10^{23}$ ) Atome, z.B. Kohlenstoff 12.0107 Gramm.

Hinweis: um die Umrechnungen nachzuvollziehen, müssten exakte Zahlen ( $1.660539040 \cdot 10^{-24}$ ) für das unit und

### Aufgabe: Atom-05

Bestimme die Anzahl der Protonen, Neutronen und Elektronen folgender Atomkerne \$stop (... Tabelle ...) stop\$

| Anzahl ...             | Protonen | Neutronen | Elektronen |
|------------------------|----------|-----------|------------|
| ${}^3_1\text{H}$       |          |           |            |
| ${}^5_2\text{He}$      |          |           |            |
| ${}^{13}\text{C}$      |          |           |            |
| ${}^{234}\text{U}$     |          |           |            |
| ${}^{13}\text{C}^{2+}$ |          |           |            |
| ${}^{34}\text{S}^{2-}$ |          |           |            |
| ${}^4\text{He}^{2+}$   |          |           |            |
| ${}^{17}\text{O}$      |          |           |            |
| ${}^{200}\text{Au}^+$  |          |           |            |
| ${}^{78}\text{Br}^-$   |          |           |            |
|                        |          |           |            |

Lösung:

| Anzahl ...             | Protonen | Neutronen | Elektronen |
|------------------------|----------|-----------|------------|
| ${}^3_1\text{H}$       | 1        | 2         | 1          |
| ${}^5_2\text{He}$      | 2        | 3         | 2          |
| ${}^{13}\text{C}$      | 6        | 7         | 6          |
| ${}^{234}\text{U}$     | 92       | 142       | 92         |
| ${}^{13}\text{C}^{2+}$ | 6        | 7         | 4          |
| ${}^{34}\text{S}^{2-}$ | 16       | 18        | 18         |
| ${}^4\text{He}^{2+}$   | 2        | 2         | 0          |
| ${}^{17}\text{O}$      | 8        | 9         | 8          |
| ${}^{200}\text{Au}^+$  | 79       | 121       | 78         |
| ${}^{78}\text{Br}^-$   | 35       | 43        | 36         |
|                        |          |           |            |

### Aufgabe: Atom-06

Gegeben seien folgende Notation:  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2^+$ ,  $\text{H}^{2+}$  Welche Notation ist völlig falsch?

Lösung:

Die Notation  $\text{H}^{2+}$  ist falsch.

Zur Erinnerung: ein Wasserstoffatom (H) weist ein Proton sowie ein Elektron auf. Gibt das Wasserstoffatom ein Elektron ab, so erhält man ein Wasserstoffion,  $\text{H}^+$ , mit total also 1 Proton sowie 0 Elektronen. Weitere Elektronen können also nicht abgegeben werden, so dass ein  $\text{H}^{2+}$  erhalten werden würde.

### Aufgabe: Atom-10

Was ist ein Isotop?

**Lösung:**

Die Isotope (eines Elements) haben die gleiche Anzahl Protonen, die Anzahl der Neutronen ist aber unterschiedlich.

**Aufgabe: Atom-11**

**Isotope:** Notiere zwei verschiedene Elemente (inklusive Nukleonenzahl), welche die gleiche Massen haben.  
Annahme:  $m(p) = m(n)$ , die Masse der Elektronen kann in dieser Aufgabe vernachlässigt werden

**Lösung:**

Die gleiche Masse heisst somit schlussendlich, dass die Nukleonenzahl gleich wäre. Es gibt hunderte verschiedenen Lösungen, z.B.:

- $m(^{13}\text{C}) = m(^{13}\text{N})$
- $m(^{13}\text{C}) = m(^{13}\text{O})$
- $m(^4\text{He}) = m(^4\text{Li})$

Beachte, dass ...: die Elemente verschieden sind (Anzahl p verschieden)

**Aufgabe: Atom-12**

Was ist den drei Siliciumisotopen  $^{28}\text{Si}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{30}\text{Si}$  gemeinsam, was ist verschieden?

**Lösung:**

Die Protonen und Elektronenzahl ist immer gleich, aber die Neutronenzahl ist verschieden. Die chemischen Eigenschaften der drei Isotope sind gleich, nur der Kern ist unterschiedlich schwer. Dadurch ergeben sich unterschiedliche physikalische Eigenschaften

**Aufgabe: Atom-13**

Bei der Reaktion von Brom mit Wasserstoff entsteht Bromwasserstoffgas (HBr). Folgende Isotope beteiligen sich an der Reaktion:  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^{79}\text{Br}$  sowie  $^{81}\text{Br}$ .

- a) Wie lautet die ausgeglichene Reaktionsgleichung?
- b) Wie viele verschiedene HBr-Moleküle mit unterschiedlicher Masse werden dabei gebildet?
- c) Welche Isotopenkombination wäre das leichteste HBr, welches das schwerste HBr-Molekül? Angabe inklusive Molmasse.

Annahmen für die Molmassen: sie berechnet sich mit der Vereinfachung, dass  $m(\text{Proton}) = m(\text{Neutron})$ . Somit gilt folgendes:  
 $M(^1\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$ ,  $M(^2\text{H}) = 2 \text{ g/mol}$ ,  $M(^{79}\text{Br}) = 79 \text{ g/mol}$  sowie  $M(^{81}\text{Br}) = 81 \text{ g/mol}$ .

**Lösung:**

- a)  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2 \cdot \text{HBr}$
- b) Es gibt 4 verschiedene mögliche Paare:  
 $^1\text{H}-^{79}\text{Br}$ ,  $^1\text{H}-^{81}\text{Br}$ ,  $^2\text{H}-^{79}\text{Br}$  und  $^2\text{H}-^{81}\text{Br}$
- c)  $M(^1\text{H}-^{79}\text{Br}) = 80 \text{ g/mol}$ ,  $M(^1\text{H}-^{81}\text{Br}) = 82 \text{ g/mol}$ ,  $M(^2\text{H}-^{79}\text{Br}) = 81 \text{ g/mol}$ ,  $M(^2\text{H}-^{81}\text{Br}) = 83 \text{ g/mol}$   
leichtes Molekül  $^1\text{H}-^{79}\text{Br}$ , schwerstes Molekül  $^2\text{H}-^{81}\text{Br}$

**Aufgabe: Atom-14**

In welchen prozentualen Anteilen liegen  $^{28}\text{Si}$  und  $^{29}\text{Si}$  vor, wenn der Massenanteil von  $^{30}\text{Si}$  3.1 % beträgt?

Hinweis:  $m(^{28}\text{Si}) = 27.9769 \text{ u}$ ,  $m(^{29}\text{Si}) = 28.9765 \text{ u}$ ,  $m(^{30}\text{Si}) = 29.9738 \text{ u}$

**Lösung:**

Aus dem Periodensystem ergibt sich die durchschnittliche Masse des Siliciums; 28.09 g/mol resp. die Masse pro hypothetischem Silzumatom.

$x = \text{Häufigkeit in \% von } ^{28}\text{Si}$ ,  $y = \text{Häufigkeit in \% von } ^{29}\text{Si}$

Gleichung 1:  $x + y + 3.1 = 100$

Gleichung 2:  $(x \cdot 27.9769u + y \cdot 28.9765u + 3.1 \cdot 29.9738u) / 100 = 28.09u$

x und y mit Gleichungen 1 und 2 bestimmen. x = 92.2 %; y = 4.7%

### Aufgabe: Atom-15

Natürlicher Kohlenstoff besteht zu 98.94% aus  $^{12}\text{C}$ , der Rest bestehe aus  $^{13}\text{C}$  ( $m=13.003355\text{ u}$ ).

- Berechne aus diesen Werten die zu erwartende durchschnittliche Kohlenstoffmasse.
- Was kann aus dem tatsächlichen Wert von 12.0107 (Wert aus dem PSE) rückgeschlossen werden?
- Berechne die zu erwartende durchschnittliche Kohlenstoffmasse mit der Idee, dass die Massen von  $m(^{12}\text{C})=12\text{u}$  und  $m(^{13}\text{C})=13\text{u}$  betragen.

**Hinweis:** Die Masse eines C-12 beträgt exakt (Definition) 12 u

**Lösung:**

- $0.9894 \cdot 12\text{ u} + 0.0106 \cdot 13.003355\text{ u} = 12.010635\text{ u}$
- Der theoretische Wert ('PSE') liegt bei 12.0107 u resp. 12.0107 g/mol. Der kleine Unterschied liegt in gerundeten Werten der Häufigkeiten
- $0.9894 \cdot 12\text{ u} + 0.0106 \cdot 13\text{ u} = 12.0106\text{ u}$

### Aufgabe: Atom-16

Das Element Chlor besteht aus zwei Isotopen:  $^{35}\text{Cl}$  resp.  $^{37}\text{Cl}$ .  $m(^{35}\text{Cl}) = 34.969\text{ u}$ , Häufigkeit = 75.77%,  $m(^{37}\text{Cl}) = 36.966\text{ u}$ . Berechne daraus die durchschnittliche Masse eines Chloratoms und interpretiere das Resultat.

**Lösung:**

$$m(\text{Cl}) = 0.7577 \cdot 34.969\text{ u} + (1 - 0.7577) \cdot 36.966\text{ u} = 35.4528731\text{ u}$$

Die durchschnittliche Masse eines Chloratoms beträgt 35.4528 u resp. ein Mol hätte die Masse von 35.4528 Gramm. Beachte: auch wenn man noch so gut in der Natur sucht, nie wird man ein solches Atom finden. Entweder haben die Chloratome die Masse von 34.969 u oder die Masse von 36.966 u.

### Aufgabe: Atom-17

Brom tritt in der Natur als Gemisch der beiden stabilen Isotope  $^{79}\text{Br}$  sowie  $^{81}\text{Br}$  auf. Häufigkeiten:  $^{79}\text{Br}$  zu 50.65%,  $m = 78.918338\text{ u}$ . Berechne aus der durchschnittlichen Molmasse des Broms nun die Häufigkeit sowie die Masse des  $^{81}\text{Br}$  in u sowie g/mol.

**Hinweis:** Die Molmasse des Broms beträgt (PSE) 79.904 u resp. 79.904 g/mol

**Lösung:**

Häufigkeit des zweiten Isotops:  $100 - 50.65\% = 49.35\%$

Somit:  $0.5065 \cdot 78.918338\text{ u} + 0.4935 \cdot x\text{ u} = 79.904\text{ u}$

$$x = 80.9156\text{ u} \text{ resp. } 80.9156\text{ g/mol}$$

### Aufgabe: Atom-18

Ein Element besteht aus einem Gemisch aus drei Isotopen, wobei die beiden leichteren Isotope die gleiche Häufigkeiten haben. Die Molmassen der drei Isotope sei ebenfalls bekannt.

Berechne daraus die allgemeine Formel der durchschnittlichen Molmasse des Elementes.

**Lösung:**

- Häufigkeit Isotop I: x, wobei x eine Zahl zwischen 0 (0%) und 1 (100%) wäre
- Häufigkeit Isotop II: x
- Somit hat das Isotop III die Häufigkeit (1-2x)
- Zu erwartendes Molmasse:  $x \cdot M(\text{Isotop I}) + x \cdot M(\text{Isotop II}) + (1-2x) \cdot M(\text{Isotop III})$

### Aufgabe: Atom-19

Silber kommt als Gemisch zweier Isotope vor  $^{107}\text{Ag}$ , Atommasse 106.906 u und  $^{109}\text{Ag}$  mit der Atommasse von 108.905 u. Wieviel Prozent Anteil hat jedes Isotop? Berechnung nur bis zu dem Punkt, bis die Gleichung nur noch eine unbekannte Grösse aufweist.

**Lösung:**

- Isotop I:  $^{107}\text{Ag}$ , 106.906 u, x %
- Isotop II:  $^{109}\text{Ag}$ , 108.905 u, y %
- $x\% + y\% = 100\%$
- $y\% = 100\% - x\%$
- PSE:  $m_{(47\text{Ag})} = 107.8662 \text{ u}$
- $x \cdot 106.906 \text{ u} + (1-x) \cdot 108.905 \text{ u} = 107.8662 \text{ u}$
- nicht verlangt, aber als Übung, nach x auflösen ergäbe einen Wert von 51.966% für das Isotop I und 48.034% für das Isotop II

**Aufgabe: Atom-20**

Bei zwei entgegengesetzt geladene Teilchen wird der Abstand verdoppelt. Wie gross ist die Kraft nun?

**Lösung:**

Das Coulombgesetz besagt, dass die Kraft zwischen zwei Ladungen direkt proportional zum Produkt der Ladungen und umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands zwischen ihnen ist. Wenn der Abstand zwischen den Ladungen verdoppelt wird, dann wird die Kraft um einen Faktor von 1/4 reduziert. Oder: wenn also der Abstand verdoppelt wird, ist die neue Kraft ein Viertel der ursprünglichen Kraft.

Die ganze Situation mathematischer dargestellt:  $F_a$  sei die Kraft, welche vor der Veränderung wirkt,  $F_b$  die Kraft nach der Veränderung.

- $F_a = k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2$
- $F_b = k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (2x)^2$   
=  $k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (4x^2)$
- $= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2 \cdot 1/4$
- $= F_a \cdot 1/4$

**Aufgabe: Atom-21**

Wirkt die Kraft zwischen einem Elektron und einem Proton anziehend oder abstossend?

**Lösung:**

Die beiden Teilchen haben von der Ladungsgrösse her gesehen die gleiche Ladung, jedoch sind diese Grössen vom Vorzeichen her gesehen entgegengesetzt. Protonen sind positiv geladen, Elektronen negativ. Daher ziehen sich diese beiden Teilchen an.

**Aufgabe: Atom-22**

Wie ändert sich die Kraft zwischen zwei Teilchen, wenn die Ladung eines Teilchens verdreifacht wird? Die Ladung des anderen Teilchens bleibe gleich, ebenso bleibt der Abstand gleich.

**Lösung:**

Laut dem Coulomb-Gesetz ist die Kraft zwischen den Ladungen direkt proportional zum Produkt der Ladungen. Wenn die Ladung eines Teilchens verdreifacht wird, erhöht sich die Kraft zwischen den Teilchen um das Dreifache.

Die ganze Situation mathematischer dargestellt:  $F_a$  sei die Kraft, welche vor der Veränderung wirkt,  $F_b$  die Kraft nach der Veränderung.

- $F_a = k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2$
- $F_b = k \cdot 3 \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2$   
=  $3 \cdot k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2$

$$= 3 \cdot F_a$$

### Aufgabe: Atom-23

Wie ändert sich die Kraft zwischen zwei Ladungen, wenn der Abstand zwischen ihnen halbiert wird? Die Ladung bleibe gleich.

#### Lösung:

Wenn der Abstand zwischen zwei Ladungen nach dem Coulombgesetz halbiert wird, erhöht sich die Kraft zwischen ihnen um das Vierfache. Dies liegt daran, dass die Kraft umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands ist. Daher, wenn der Abstand halbiert wird (Abstand wird zu  $1/2$ ), wird der Kehrwert des Quadrats dieses Bruchteils (also  $2^2 = 4$ ) die neue Kraft im Verhältnis zur ursprünglichen Kraft sein.

Die ganze Situation mathematischer dargestellt:  $F_a$  sei die Kraft, welche vor der Veränderung wirkt,  $F_b$  die Kraft nach der Veränderung.

$$\begin{aligned} \cdot F_a &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2 \\ \cdot F_b &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (0.5 \cdot x)^2 \\ &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (0.5^2 \cdot x^2) \\ &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (0.25 \cdot x^2) \\ &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2 \cdot 4 \\ &= 4 \cdot F_a \end{aligned}$$

### Aufgabe: Atom-24

Zwei Teilchen mit gleicher positiver Ladung werden voneinander entfernt. Wie verändert sich die abstossende Kraft, wenn der Abstand verdreifacht wird?

#### Lösung:

Bei gleichen Ladungen wirkt eine abstoßende Kraft. Nach dem Coulomb-Gesetz verringert sich diese Kraft umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstands. Wenn der Abstand verdreifacht wird, reduziert sich die Kraft auf ein Neuntel.

Die ganze Situation mathematischer dargestellt:  $F_a$  sei die Kraft, welche vor der Veränderung wirkt,  $F_b$  die Kraft nach der Veränderung.

$$\begin{aligned} \cdot F_a &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2 \\ \cdot F_b &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (3x)^2 \\ &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (9 \cdot x^2) \\ &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2 \cdot 1/9 \\ &= F_a \cdot 1/9 \end{aligned}$$

### Aufgabe: Atom-25

Zwei Teilchen mit gleicher positiver Ladung werden voneinander entfernt. Wie verändert sich die Kraft, wenn der Abstand verdreifacht sowie die Ladung eines Teilchen vervierfacht wird?

#### Lösung:

Eine vierfache Ladung bewirkt eine vierfach stärktere Kraft. Wenn gleichzeitig aber noch der Abstand verdreifacht wird, so verändert sich aufgrund des Coulombschen Gesetzes die Anziehungskraft auf einen Neuntel und insgesamt hat man  $4/9$  der ursprünglichen Kraft.

Die ganze Situation mathematischer dargestellt:  $F_a$  sei die Kraft, welche vor der Veränderung wirkt,  $F_b$  die Kraft nach der Veränderung.

$$\begin{aligned} \cdot F_a &= k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2 \\ \cdot F_b &= k \cdot 4 \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (3x)^2 \\ &= k \cdot 4 \cdot Q_1 \cdot Q_2 / (9 \cdot x^2) \\ &= k \cdot 4 \cdot Q_1 \cdot Q_2 / x^2 \cdot 1/9 \end{aligned}$$

$$= F_a \cdot 4/9$$

### Aufgabe: Atom-30

Erkläre die Entstehung des Lichtes anhand des Bohrschen Atommodells

#### Lösung:

Noch nichts gemacht, siehe aber Unterricht

### Aufgabe: Atom-31

Was sind Valenzelektronen?

#### Lösung:

Die Valenzelektronen sind diejenigen Elektronen, welche sich in der äussersten Schale befinden. Diese Anzahl kann aus dem Periodensystem entnommen werden, indem z.B. von links nach rechts gezählt wird. So weist z.B. Stickstoff 5 Valenzelektronen auf. Insgesamt hat es übrigens, da die Ordnungszahl 7 ist, 7 Protonen und somit im neutralen Zustand 7 Elektronen. Diese gesamte Zahl an Elektronen ist aber nicht zu verwechseln mit den Elektronen, welche sich nur in der äussersten Schale befinden: die Valenzelektronen.

### Aufgabe: Atom-32

Wie nennt man die Elektronen in der letzten / äussersten Schale?

#### Lösung:

Das wären die Valenzelektronen.

### Aufgabe: Atom-33

Gib bei allen folgenden Elementen an, wieviel

- a) Elektronen sie insgesamt haben
- b) Wieviele Valenzelektronen vorliegen

Atome: Kohlenstoff, Magnesium, Phosphor, Argon

#### Lösung:

- C: 6 e<sup>-</sup> insgesamt, Schalen n=1: 2e<sup>-</sup>, n=2: 4e<sup>-</sup>  
Valenzelektronen: 4
- Mg: 12 e<sup>-</sup> insgesamt, Schalen n=1: 2e<sup>-</sup>, n=2: 8e<sup>-</sup>, n=3: 2e<sup>-</sup>  
Valenzelektronen: 2
- P: 15 e<sup>-</sup> insgesamt, Schalen n=1: 2e<sup>-</sup>, n=2: 8e<sup>-</sup>, n=3: 5e<sup>-</sup>  
Valenzelektronen: 5
- Ar: 18 e<sup>-</sup> insgesamt, Schalen n=1: 2e<sup>-</sup>, n=2: 8e<sup>-</sup>, n=3: 8e<sup>-</sup>  
Valenzelektronen: 8

### Aufgabe: Atom-34

Zeichne das bohrsche Atommodell für folgende Elemente: Fluor, Magnesium, Silicium.

Bei jedem Modell soll zusätzlich folgende Angaben gemacht werden:

- Anzahl Valenzelektronen
- Angabe der Valenzschale
- die Schale(n), welche zum Atomrumpf gehören
- Rumpffladung

#### Lösung:

noch zu tun

### Aufgabe: Atom-35

Wie lautet die komplette Elektronenkonfiguration folgender Elemente.

- a) C
- b) Stickstoff
- c) Cu
- d)  $\text{Na}^+$
- e)  $\text{O}^{2-}$
- f)  $\text{Ca}^{2+}$
- g) Ein Element mit 31 Elektronen

**Lösung:**

- a) C:  $6\text{p}, 6\text{e}^- \rightarrow 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^2$
- b) N:  $7\text{p}, 7\text{e}^- \rightarrow 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^3$
- c) Cu:  $29\text{p}, 29\text{e}^- \rightarrow 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6 4\text{s}^2 3\text{d}^9$
- d)  $\text{Na}^+: 11\text{p}, 10\text{e}^- \rightarrow 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6$
- e)  $\text{O}^{2-}: 8\text{p}, 10\text{e}^- \rightarrow 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6$
- f)  $\text{Ca}^{2+}: 20, 18\text{e}^- \rightarrow 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6$
- g)  $31\text{e}^- \rightarrow 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6 4\text{s}^2 3\text{d}^{10} 4\text{p}^1$

Hinweis: ein Blick auf ein PSE zeigt eventuell eine andere Elektronenkonfiguration. Kupfer weist üblicherweise folgende Elektronenkonfiguration auf:

Cu:  $29\text{p}, 29\text{e}^- \rightarrow 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6 4\text{s}^1 3\text{d}^{10}$ . Die unterschiedliche Besetzung der äussersten Orbitale ( $\text{d}^{10}$ ) kommt augrund weiterer Betrachtungen der Orbitalenergien. Solche Überlegungen / Betrachtungen sind aber erst Gegenstand der Uni-ETH.

**Aufgabe: Atom-40**

Wie viele Bindungen kann ein Wasserstoffatom eingehen?

**Lösung:**

Ein Wasserstoffatom hat ein Valenzelektron und kann somit genau eine Bindung eingehen. Für Profis: Mehrzentrenbindungen werden nicht behandelt. :-)

**Aufgabe: Atom-43**

Lewisschreibweise: Wie werden die Elemente in der Lewis-Schreibweise dargestellt?

**Lösung:**

kein Text vorhanden, dafür Videosequenz

**Aufgabe: Atom-44**

Einfachbindung: Zeichne die Moleküle  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  (zwei unterschiedliche Varianten)

**Lösung:**

kein Text vorhanden, dafür Videosequenz

**Aufgabe: Atom-45**

**Oktettregel (inklusive bindende - nicht bindende Elektronenpaare):** Wie kann aufgrund einer gezeichneten Struktur einfach und schnell entschieden werden, ob das Molekül prinzipiell korrekt ist?

**Lösung:**

kein Text vorhanden, dafür Videosequenz

**Aufgabe: Atom-46**

Moleküle zeichnen II, Einfach- sowie Mehrfachbindung: Zeichne weitere Moleküle, auch mit Doppel- sowie Dreifachbindungen.

**Lösung:**

kein Text vorhanden, dafür Videosequenz

**Aufgabe: Atom-47**

**Bindungswinkel:** Wie sollen die Moleküle gezeichnet werden, sodass die Bindungswinkel korrekt sind. Vorausgesetzt wird, dass das Zeichnen von Molekülen beherrscht wird.

**Lösung:**

kein Text vorhanden, dafür Videosequenz

**Aufgabe: Atom-48**

**Formalladung:** Bestimmen der Formalladung in Molekülen.

**Lösung:**

kein Text vorhanden, dafür Videosequenz

**Aufgabe: Atom-49**

Zeichne ein (!) neutrales Molekül mit total 5 Atomen, welches alle Winkel (180, 120, 109) ausweist.  
Erlaubt sind nur die Atome C, H, N und O

**Lösung:**

Lösungshinweis: die Abfolge der Atome lautet H-O-N=C=O

Aufgabe by Pablo

**Aufgabe: Atom-50**

Wann muss man die Formalladung beachten und wann nicht? Oder wie bestimmt man überhaupt die Formalladung?

**Lösung:**

So kurz die Frage so lang die Antwort. Die Bestimmung der Formalladung bedarf der Klärung einiger Fragen:

- Situation A: Wie viele Valenzelektronen ('VE') haben alle beteiligten Atome wenn sie isoliert (ohne Bindung) sind.  
Kohlenstoff hat 4 VE, Stickstoff 5 VE, Wasserstoff 1 VE
- Situation B: Von der aktuelle Situation (Atome kovalent untereinander gebunden) wird eine Elektronenbilanz für jedes Atom erstellt: die nicht bindenden Elektronenpaare ergeben jeweils zwei Elektronen, jede kovalente Bindung gibt zur Elektronenbilanz jeweils ein Elektron.
- Nun werden beide Situationen A resp. B miteinander verglichen. Bilde nun die Differenz (der Elektronen) zwischen A und B, oder genauer: A-B. Das Resultat entspricht der Formalladung.
- **Beispiel:** Ozon, O-Atom aussen, rechts: A: 6, B: 6, A-B = 0, d.h. das das rechte O-Atom keine Formalladung aufweist.  
Mittleres Atom: A: 6, B: 5, A-B=+1, dh. dass das mittlere O-Atom hätte eine (einfache) positive Ladung. O-Atom links: A: 6, B: 7, A-B=-1, d.h., dass das linke O-Atom einen (einfache) negative Ladung hätte.

**Aufgabe: Atom-51**

Wie berechnet man die Elektronegativität?

**Lösung:**

Dieser Wert entspricht schlussendlich einem Verhalten (:Elektronen einer kovalenten Bindungen an sich zu ziehen) und wird experimentell bestimmt. Der höchste Wert findet man für das Element Fluor und wurde (mehr oder weniger) willkürlich auf den Wert 4.0 angesetzt. Der EN-Wert ist im Periodensystem angegeben. Für Kohlenstoff beträgt dieser Wert ca. 2.5. Die Werte können sich je nach Periodensystem geringfügig unterscheiden.

**Aufgabe: Atom-52**

Wie erkennt man, ob ein Molekül polar ist oder nicht? Wann ist ein Molekül polar/ein Dipol? Oder: Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit ein Dipol entsteht? Oder: Was bedeutet Dipol?

**Lösung:**

Im ersten Schritt geht es darum, das Molekül korrekt zu zeichnen, inklusive Bindungswinkel. Danach wird jede Bindung einzeln betrachtet und aufgrund der EN-Werte der beteiligten Atom die Polaritätsrichtung entschieden. Dies indem vom elektropositiveren Atom zum elektronegativeren Atom die Polaritätsrichtung definiert sei. Im dritten Schritt werden die gezeichneten Pfeile ('Vektoren') addiert. Ergibt eine resultierende Kraft, so weist das Molekül einen (permanenten) Dipol auf. Oder auch anders gesagt: es ist polar. Als Vereinfachung gelte, dass C-H Bindungen üblicherweise für die Entscheidung nicht beigezogen werden müssen, da die EN-Werte der C resp. H-Atome praktisch identisch sind.

**Aufgabe: Atom-53**

Was bedeutet Dipol?

**Lösung:**

.. siehe Antwort zur ähnlichen Frage unter Atombau, Polarität bestimmen

**Aufgabe: Atom-60**

Im folgenden Text sollen die Lücken **a)**, **b)**, **c)** etc. sinnvoll gefüllt werden.

Im Diamantgitter ist jedes Kohlenstoffatom von **a)** weiteren Kohlenstoffatomen umgeben. Von jedem Atom gehen vier gleich lange **b)** aus. Daraus ergibt sich ein sehr regelmässiges stabiles Gitter. Die **c)** des Diamants beruht darauf, dass alle Aussenelektronen eines Kohlenstoffatoms des Diamanten durch Atombindungen miteinander verbunden sind. Da alle vier Kohlenstoffatome an den Atombindungen beteiligt sind, leitet ein Diamant nicht den **d)**.

Das Graphitgitter besteht aus vielen übereinanderliegenden **e)**. Jedes Atom ist mit **f)** gleich weit entfernten Atomen verbunden. Die Bindungswinkel betragen **g)**. Von jedem Atom sind dadurch drei Aussenelektronen in Bindungen festgelegt. Das vierte Elektron ist ähnlich wie bei Metallen über die ganze Schicht beweglich. Dies erklärt die gute **h)** des Graphits. Der Abstand zwischen den verschiedenen Schichten beträgt etwa das Zwei- bis dreifache des Abstandes zwischen Atomen derselben Schicht. Die Schichten lassen sich leicht gegeneinander **i)**, Graphit ist deshalb **j)**.

**Lösung:**

- a)** vier
- b)** Atombindungen
- c)** Härte
- d)** elektrischen Strom
- e)** Schichten
- f)** drei
- g)** 120 Grad
- h)** elektrische Leitfähigkeit
- i)** verschieben
- j)** weich

**Aufgabe: Atom-61**

Fülle die Tabelle aus. Nutze dazu die folgenden Wörter und Angaben: keine, gut, schwarz, farblos, glänzend, schwer, leicht, durchsichtig, stark lichtbrechend, sehr hart, weich,  $2.3 \text{ g/cm}^3$ ,  $3.5 \text{ g/cm}^3$ , ca.  $3700^\circ\text{C}$  schmilzt nicht, Elektroden, Schmuck, Bohr- und Schleifwerkzeug, Schmiermittel, Bleistiftminen

| Eigenschaft                      | Diamant | Graphit |
|----------------------------------|---------|---------|
| <b>Aussehen</b>                  |         |         |
| <b>Härte</b>                     |         |         |
| <b>Spaltbarkeit</b>              |         |         |
| <b>elektrische Leitfähigkeit</b> |         |         |
| <b>Dichte</b>                    |         |         |
| <b>Schmelztemperatur</b>         |         |         |

|            |  |  |
|------------|--|--|
| Verwendung |  |  |
|            |  |  |

Lösung:

| Eigenschaft               | Diamant                | Graphit                                   |
|---------------------------|------------------------|-------------------------------------------|
| Aussehen                  | farblos / durchsichtig | schwarz - glänzend                        |
| Härte                     | sehr hart              | weich                                     |
| Spaltbarkeit              | schwer                 | leicht                                    |
| elektrische Leitfähigkeit | keine                  | gut                                       |
| Dichte                    | 3.5                    | 2.3                                       |
| Schmelztemperatur         | schmilzt nicht         | 3700°C                                    |
| Verwendung                | Schmuck, Bohren        | Schmiermittel, Elektroden, Bleistiftminen |
|                           |                        |                                           |